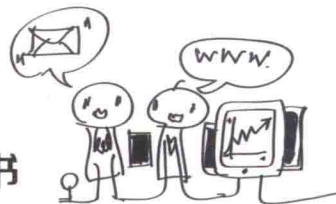




网络工程师教育丛书



Introduction to Networking

网络基础

© 刘化君 等编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

1

网络工程师教育丛书

网络基础

Introduction to Networking

刘化君 等编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是《网络工程师教育丛书》的第1册, 主要介绍计算机网络的基本概念, 以及在计算机之间如何通过网络实现信息的传送。全书分为6章, 分别介绍计算机系统组成和结构, 计算机网络的基本概念, 数据通信基础, 计算机网络体系结构, 组建计算机网络常用的网络组件, 以及组建简单计算机网络的相关技术。为帮助读者更好地掌握基础理论知识和应对认证考试, 各章均附有小结、练习题及测验题, 并对典型题型给出解答提示。

本书是网络工程师教育培训和认证考试教材, 同时可作为本科和高职院校相关课程的教材或参考书, 也可供网络技术人员和管理人员以及网络爱好者阅读。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

网络基础 / 刘化君等编著. —北京: 电子工业出版社, 2015.6

(网络工程师教育丛书)

ISBN 978-7-121-26224-1

I. ①网… II. ①刘… III. ①计算机网络—基本知识 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第120203号

责任编辑: 张来盛 (zhangls@phei.com.cn)

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 19.25 字数: 440千字

版 次: 2015年6月第1版

印 次: 2015年6月第1次印刷

印 数: 2500册 定价: 44.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

随着信息技术发展的日新月异,网络已经融入社会生活的方方面面,深刻改变了人们的生产、生活方式。我国互联网技术已取得了显著发展成就,网络走入千家万户,网民数量居世界第一,我国已成为网络大国。然而,我国互联网在自主创新方面还相对落后,互联网发展瓶颈仍然较为突出,重要的是如何把我国从网络大国建设成为网络强国。要建设网络强国,就要有自主、过硬的技术,还要有自己的网络工程师人才;但我国现有的网络工程师人才,还远远不能满足经济社会发展、建设网络强国的基本需求。

为适应网络工程技术人才教育、培养的需要,电子工业出版社组织本领域教授学者和工作在一线的网络专家、工程师,按照网络工程师所应具备的知识、能力要求,以及近年来网络工程师考试大纲的要求,共同编撰了这套《网络工程师教育丛书》。

《网络工程师教育丛书》全面规划了网络工程师应该掌握的技术,架构了一个比较完整的网络工程技术知识体系。丛书的编写立足于计算机网络技术的最新发展,以先进性、系统性和实用性为目标:

- ▶ 先进性——比较全面地展示近年来计算机网络技术领域的最新研究成果,做到知识内容的先进性。例如,对无线网络技术(包括 WiMAX、WiFi)、移动 IP、千兆以太网、万兆以太网、云计算以及物联网等进行较为详尽的介绍。
- ▶ 系统性——注重加强学科基础,努力拓宽知识面,各册内容之间密切联系、有机衔接、合理分配、重点突出,按照“网络基础→局域网→城域网与广域网→TCP/IP 基础→网络互连与互联网→网络设计与应用”的进阶式顺序分为 6 个课程,形成系统的知识结构体系。
- ▶ 实用性——注重工程能力的培养和知识的应用。遵循“理论知识够用,为工程技术服务”的原则,突出网络系统分析、设计、实现、管理、运行维护和安全方面的实用技术;书中配有大量网络工程案例、配置实例和实验示例,以提高读者的实践能力;每章还安排了有针对性的练习和近年网络工程师考试题,并对典型试题和练习给出解答提示,以帮助读者提高应试能力。

丛书内容涵盖计算机网络技术的各个方面,并具有平台中立性;编写时力求文字简洁,通俗易懂,图文并茂;在内容编排上既系统全面,又切合实际。

《网络工程师教育丛书》共 6 册,在知识设计上层次分明、由浅入深,读者可根据自己的需要选择相应的图书进行学习,然后逐步进阶:

- ▶ 第 1 册为网络基础,介绍计算机网络的基本概念,以及计算机之间如何通过网络实现信息的传送;
- ▶ 第 2 册围绕局域网讨论其原理和组网技术;
- ▶ 第 3 册介绍城域网与广域网的概念、技术、构件和协议;

- ▶ 第4册为TCP/IP基础，比较全面地介绍TCP/IP协议体系结构和主要的应用程序、构件和协议，以及访问互联网所需的路由技术；
- ▶ 第5册重点讨论网络互连设备以及采用这些设备进行网络互连、配置的方法，并涵盖网络管理和网络安全技术；
- ▶ 第6册介绍网络设计与应用。

本丛书是一套内容丰富，体系完整，教育和学习方法先进的网络技术教育培训教材，适合作为不同层次学历教育、职业教育和各类网络技术培训的教材或参考书，也可供正在网络管理、网络规划与设计、网络工程建设、网络系统维护等岗位工作的技术人员，或希望将来走上这些工作岗位的人员自学或参考使用。我们相信，本丛书的出版，对于弥补国内高质量、高水平网络技术培训的教材的短缺与不足，对于培养国家建设所需的网络专业人才，将起到积极的作用。

当然，随着技术的进步和社会的发展，本丛书还将根据读者的需求适时更新、完善。在使用本丛书的过程中，读者如有什么建议和要求，请与本丛书的策划编辑联系、沟通。联系方式：zhangls@phei.com.cn 或者 zhagls@vip.163.com。

当今世界，网络无处不在。无论是政府机构、学校还是企业，都采用了信息技术进行管理。可以说，网络工程师代表着广泛的网络技术和应用，具有比一般职业更多的就业机会和更高更远的发展空间。

“互联网+”时代如今已来临，或许明天，在互联网大潮的“弄潮儿”当中，就有你！

电子工业出版社

前 言

当人们通过计算机进行通信时，就需要用到计算机网络。本书讲述计算机网络的概念以及计算机之间（最终是人与人之间）如何通过网络实现信息的传送。本书作为网络基础教程，学习之后可为掌握计算机网络知识提供宽厚而扎实的基础。

网络可定义为相互连接起来的两台以上计算机设备，用以共享数据和其他资源。独立的计算机若没有相互连接，则只能通过便携的存储介质（如 U 盘和磁带）来交换数据。但当计算机之间通过某种物理连接进行通信时，则除了数据之外，它们还可以共享其他很多资源，如：

- ▶ 应用程序；
- ▶ 外设，如打印机、扫描仪和 CD-ROM 驱动器等；
- ▶ 存储器；
- ▶ 数据链路，如因特网（Internet）连接。

在网络上进行通信的设备通常是计算机，但网络中也可包括能够发送或接收电子信息的任何其他设备，如：

- ▶ 打印机；
- ▶ 调制解调器（Modem）；
- ▶ 控制网络流量流动的设备；
- ▶ 无线接入设备。

一般来说，任何进行通信的网络设备都称为“结点”。一个网络的规模，可以小至同一房间的两台计算机，也可以大至全球数百万台计算机。不管其规模有多大，所有网络都具有以下共同的特点：

- ▶ 将信息从一个结点传送到另一个结点的信令机制；
- ▶ 传输信号的物理通信介质；
- ▶ 给出信号含义的通信规则（称为“协议”）；
- ▶ 控制对通信介质的访问，以保证正确通话；
- ▶ 寻址方法。

随着计算机系统性能的不不断提高，以及价格的逐步下降，计算机和网络都已成为人们常用的工具。同时，因特网已成为一个全球范围的通信系统和功能强大的娱乐媒介。多数家庭用户也已经建立了小型网络，以便传送文件和共享因特网连接。

每天都有数百万计算机用户（甚至一些高级用户）登录到公司网络和因特网，但他们很少了解这些系统运行的原理。为此，本书的主要目的就是让读者了解计算机之间是如何跨越一个房间、一座大楼、一个城市乃至整个地球进行通信的，学会构建一个简单的家庭网络或办公室网络，比大多数计算机用户懂得更多有关网络的知识，为以后学习网络系统的设计、管理、运行维护打下坚实的基础。

本书是《网络工程师教育丛书》的第1册，全书分为6章：第一章简介计算机系统组成与结构，第二章比较系统、全面地介绍计算机网络的基本概念，第三章简单介绍数据通信基础，第四章讨论计算机网络体系结构，第五章介绍组建计算机网络常用的网络组件，第六章给出组建简单计算机网络的基本技术。为帮助读者理解基础理论知识，针对某些典型问题进行了解析，同时每章还附有小结、练习题和测验题。

本书内容适合计算机网络和通信领域的教学、科研和工程设计应用参考，适用范围较广，既可以用作网络工程师教育培训教材，也可作为计算机、电子信息、通信工程、信息技术、自动化等专业教材或教学参考书，同时可供从事网络工程的科技人员、网络管理人员、网络爱好者阅读和参考使用。

本书由刘化君、刘枫、解玉洁、顾礼峰、施颖佳、冯德祥、马艺和周君编著。在编写过程中，得到了许多同志的支持和帮助，他们提出了许多编撰建议，在此一并表示衷心感谢！

由于计算机网络技术发展很快，囿于编著者理论水平和实践经验，书中可能存在不妥之处，恳请广大读者不吝赐教，批评斧正。

编著者

2015年3月18日

目 录

第一章 计算机组成与结构	(1)
概述	(2)
第一节 计算机系统的组成	(2)
计算机的基本概念	(3)
计算机硬件结构	(6)
计算机软件系统	(9)
计算机的类型	(14)
练习	(17)
第二节 计算机运算基础	(18)
数制	(19)
定点数与浮点数	(27)
信息的几种编码	(28)
练习	(30)
第三节 中央处理器 (CPU)	(31)
CPU 的功能	(32)
CPU 的组成	(32)
指令系统	(33)
流水线技术	(37)
双核与多核处理器	(38)
典型问题解析	(38)
练习	(40)
第四节 存储系统	(42)
存储系统的组成	(42)
主存储器	(43)
高速缓冲存储器 (Cache)	(45)
辅助存储器	(47)
网络存储	(48)
练习	(49)
第五节 输入输出系统	(51)

输入输出原理	(51)
扩展槽和适配卡 (网卡)	(53)
系统总线	(54)
端口与连接电缆	(56)
练习	(57)
本章小结	(58)
第二章 网络的基本概念	(61)
概述	(62)
第一节 何谓计算机网络	(62)
计算机网络的诞生与发展	(63)
计算机网络的定义	(64)
计算机网络的功能	(66)
计算机网络的组成	(67)
练习	(69)
第二节 网络的类型	(70)
网络的分类方法	(70)
个域网	(73)
局域网	(73)
城域网	(74)
广域网	(75)
互联网	(76)
练习	(76)
第三节 传输介质	(77)
双绞线	(78)
同轴电缆	(83)
光纤光缆	(84)
无线传输	(87)
练习	(92)
第四节 网络拓扑结构	(93)
总线拓扑	(94)
星状拓扑	(94)
环状拓扑	(95)
广域拓扑	(97)
网络主干	(99)

混合拓扑、因特网和企业网	(100)
练习	(101)
第五节 网络实例	(101)
因特网	(101)
第三代移动电话网络	(103)
RFID 和传感网	(105)
家庭网络	(106)
练习	(108)
本章小结	(108)
第三章 数据通信基础	(111)
概述	(112)
第一节 数据通信的基本概念	(112)
基本概念	(112)
数据通信系统	(114)
数据通信性能指标	(116)
练习	(119)
第二节 数据编码技术	(120)
数字信号的传输	(120)
模拟信号传输模拟数据	(122)
模拟信号传输数字数据	(123)
数字信号传输数字数据	(124)
数字信号传输模拟数据	(128)
典型问题解析	(129)
第三节 数据传输方式	(132)
数据通信方式	(132)
数据同步方式	(134)
练习	(136)
第四节 数据交换技术	(137)
电路交换	(137)
存储转发交换	(139)
光交换	(142)
练习	(144)
第五节 信道复用技术	(145)
概述	(146)

频分复用	(147)
时分复用	(148)
波分复用	(150)
码分复用 (码分多址)	(151)
练习	(154)
第六节 差错控制技术	(154)
概述	(155)
奇偶校验	(156)
海明码	(157)
循环冗余校验	(159)
练习	(161)
本章小结	(162)
第四章 计算机网络体系结构	(165)
概述	(166)
第一节 网络协议	(166)
什么是网络协议	(167)
网络协议三要素	(168)
练习	(169)
第二节 协议的分层和服务	(170)
计算机网络协议层	(170)
分层的网络通信系统	(172)
协议层间的差别	(176)
层间协调工作	(177)
练习	(179)
第三节 网络通信	(179)
请求本地数据	(180)
配置客户机	(180)
通过网络驱动器请求数据资源	(181)
练习	(182)
第四节 OSI 参考模型	(183)
OSI 协议栈	(184)
物理层	(184)
数据链路层	(185)
网络层	(188)

传输层	(192)
会话层	(195)
表示层	(197)
应用层	(199)
典型问题解析	(202)
练习	(203)
第五节 TCP/IP 协议栈	(204)
TCP/IP 协议栈概述	(204)
TCP/IP 协议栈功能描述	(206)
TCP/IP 协议栈的特点	(207)
典型问题解析	(209)
练习	(210)
本章小结	(211)
第五章 网络组件	(215)
概述	(216)
第一节 中继器和集线器	(216)
中继器	(217)
集线器	(218)
练习	(221)
第二节 网桥	(221)
网桥的功能	(222)
网桥的类型	(224)
练习	(224)
第三节 交换机	(225)
交换机的基本功能	(225)
交换机的分类	(228)
交换机的级联和堆叠	(229)
练习	(230)
第四节 路由器	(231)
路由器的功能	(231)
多协议路由器	(235)
路由器的优缺点	(235)
练习	(236)
第五节 网关	(236)

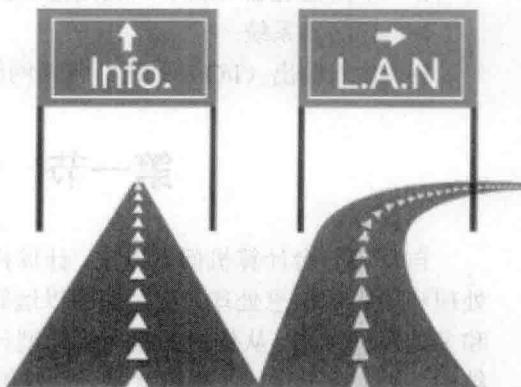
2.1.1	网关的类型	(237)
2.1.2	网关和协议转换器	(238)
2.1.3	练习	(238)
	本章小结	(239)
第六章	计算机网络的组建	(241)
6.1	概述	(242)
6.1.1	第一节 构建小型计算机网络	(242)
6.1.1.1	组建网络的基本要求	(243)
6.1.1.2	在 Windows 7 中设置家庭网络	(244)
6.1.1.3	组建一个对等网络	(249)
6.1.1.4	利用蓝牙组网	(252)
6.1.1.5	练习	(257)
6.1.2	第二节 扩展小型网络	(257)
6.1.2.1	服务器和网络操作系统 (NOS)	(257)
6.1.2.2	网络中的数据流量分隔	(260)
6.1.2.3	练习	(262)
6.1.3	第三节 与其他网络互连	(264)
6.1.3.1	路由器和数据流量分隔	(264)
6.1.3.2	LAN 到 LAN 的连接	(265)
6.1.3.3	连接到因特网	(266)
6.1.3.4	练习	(269)
6.1.4	第四节 网络中的数据流	(269)
6.1.4.1	通用网络配置	(270)
6.1.4.2	本地子网段中的信息流	(270)
6.1.4.3	交换主干网中的信息流	(271)
6.1.4.4	跨越广域网的信息流	(271)
6.1.4.5	练习	(272)
6.1.5	本章小结	(274)
附录 A	课程测验	(277)
附录 B	术语表	(280)
参考文献	(296)



第一章

计算机组成与结构

- 1 计算机系统的组成
- 2 计算机运算基础
- 3 中央处理器 (CPU)
- 4 存储系统
- 5 输入输出系统



概 述

计算机的出现是 20 世纪最卓越的成就之一，是人类科学发展史中的一个里程碑。半个多世纪以来，计算机科学技术有了飞速发展，计算机的性能越来越高，价格越来越便宜，应用越来越广泛。时至今日，计算机已经广泛应用于国民经济和社会生活的各个领域，计算机科学技术的水平、计算机的应用程度已经成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。

计算机的外观和大小各异，制造它们的目的也各不相同。有些计算机在单用户环境下工作，有些计算机在工作组环境下支持较少用户，还有一些计算机可支持一个大公司的数千用户。目前，更多的计算机可通过网络服务于全世界，因特网（Internet）的诞生与发展对信息化社会产生了深刻的影响，成为人类社会进入信息化社会的重要标志之一。

目前，有着多种多样的计算机可供选用。这些计算机中的大多数是与网络连接在一起的。一些计算机十分小巧，只能运行有限的应用程序；另外一些计算机结构庞大，可以同时运行多个程序，并服务于多个用户。在当今信息化社会中，计算机已经成为必不可少的工具。计算机的广泛应用极大地促进了生产力的发展。然而，所有计算机，从便携式计算机、台式机到功能强大的大型机、巨型机，都具有相同的基本组成结构和组件。在考虑计算机之间的连网通信之前，首先要了解计算机系统的基本组成和工作原理，掌握计算机的基本概念。

计算机之所以被称为“计算机”，是因为它在诞生初期主要用来进行科学计算。然而，现在计算机的处理对象已经远远超越了“计算”这个范畴，它可以对数字、文字、声音、图形、图像等各种形式的数据进行处理。实际上，计算机是一种能够按照事先存储的程序，自动、高速地对数据进行输入、处理、输出和存储的系统。一个计算机系统包括硬件和软件两大部分。本章以网络环境下的计算机系统为研究对象，介绍计算机系统的组成。网络通过各种方式把计算机连接起来，从而使得计算机之间能够互相通信，同时也能够为网络的使用者提供各种服务。

本章首先介绍计算机系统的组成、几种主要类型的计算机，以及计算机的运算基础；然后重点讨论计算机系统的主要组件及其特性，包括：

- ▶ 中央处理器（CPU）或微处理器；
- ▶ 存储器系统；
- ▶ 输入输出（I/O）系统，包括网络适配卡（NIC）等。

第一节 计算机系统的组成

自从第一台计算机问世以来，计算机的发展异常迅速，已从单一的数值处理发展到非数值处理和多媒体信息处理，从早期的以运算器为中心的冯·诺依曼结构发展到流水线、并行处理和多处理机结构，从传统的指令驱动型计算机到数据驱动和需求驱动型计算机。不论哪种体系结构，从本质上讲，计算机就是一个能够自动进行信息处理的系统，即它接收数字化的输入信

息, 根据存储在计算机内的程序对输入信息自动进行处理, 并将结果输出。因此, 计算机是由硬件和软件两大部分组成的一个信息处理机。

显然, 在讨论计算机如何通过网络交换数据之前, 首先需要了解数据是怎样在计算机内部处理和传送的。本节主要介绍计算机系统的组成以及主要部件的基本功能。

学习目标

- ▶ 掌握计算机系统是由硬件和软件两个部分组成的;
- ▶ 了解计算机组成部件(运算器、控制器、存储器、输入输出设备)的性能和作用;
- ▶ 了解计算机的发展简史, 以及有哪些类型的计算机可供选用。

关键知识点

- ▶ 所有的计算机内部部件都对速度和功能有多种选择。

计算机的基本概念

20 世纪 40 年代中期, 由于导弹、火箭、原子弹等现代科学技术的发展, 出现了大量极其复杂的数学问题, 原有的计算工具已无法满足要求; 而电子学和自动控制技术的迅速发展, 为研制新的计算工具提供了物质技术条件。

电子计算机的早期研究是从 20 世纪 30 年代末开始的, 当时英国的数学家艾伦·图灵在一篇论文中描述了通用计算机应具有的全面功能和局限性, 这种机器被称为图灵机。1939 年, 美国依阿华州立大学的约翰·阿塔纳索夫教授和他的研究生克利福德·贝里一起制作了一台称为“Atanasoff Berry Computer”的机器, 这是一台仅能求解方程式的专用电子计算机。1944 年, 哈佛大学的霍华德·艾肯博士和 IBM 公司的一个工程师小组合作, 研制了一台称为 Mark-I 的计算机, 这台计算机仅有一部分是电子式的, 其余部分是机械式的。

1946 年, 在美国宾夕法尼亚大学, 由 John W. Mauchly 博士和它的研究生 J. Presper Eckert 领导的研制小组为精确测算炮弹的弹道特性而制成了电子数字积分计算机 (ENIAC), 如图 1.1 所示。这是世界上第一台真正能自动运行的电子数字计算机, 它的质量超过 27 000 kg, 占地面积约 170 m², 使用了 18 800 只电子管、1 500 多个继电器, 耗电量极大, 但其功能还比不上现在的一只掌上可编程计算器。ENIAC 的运算速度比 Mark-I 有了很大提高, 达到 5 000 次/秒, 这是划时代的“高速度”。特别是采取了普林斯顿大学数学教授冯·诺依曼“存储程序”的建议, 把计算机程序与数据一起存储在计算机中, 解决了 ENIAC 在操作上的不便。ENIAC 是世界上第一台可以实际使用的电子计算机, 为电子计算机的发展奠定了技术基础。ENIAC 的问世, 标志着电子计算机时代的到来。

半个多世纪以来, 计算机科学技术不仅有了飞速发展, 而且也已广泛应用于国民经济和社会生活的各个领域。尤其是伴随着社会的信息化、数据的分布式处理和各种计算机资源的共享等种种应用需求的不断发展, 推动了计算机技术和通信技术紧密结合, 形成了现代计算机网络

技术，产生了网络计算机。计算机网络技术促进了信息技术革命的“第三次浪潮”，把人类社会从工业化时代推向了信息化时代。在 20 世纪末，接触、应用网络的人还很少；现在，计算机网络已成为社会基础设施的一个基本组成部分。网络的出现，改变了人们使用计算机的方式；而互联网的出现，又改变了人们使用网络的方式。互联网使计算机用户不再被局限于分散的计算机上，同时也使他们脱离了特定网络的约束，计算机网络已遍布社会各个领域。

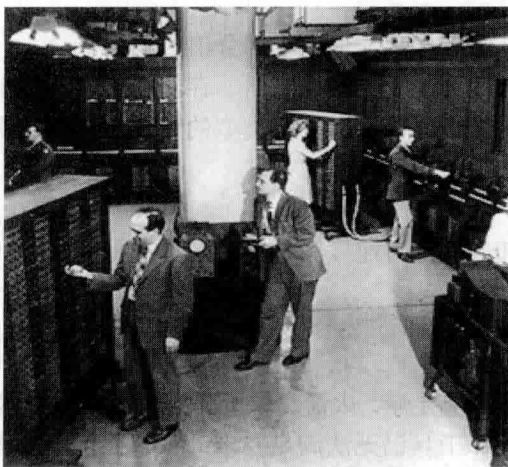


图 1.1 ENIAC

什么是计算机

计算机在其诞生的初期主要是用来进行科学计算的，因此被称为“计算机”。然而，现在计算机的处理对象已经远远超越了“计算”这个范围，计算机可以对数字、文字、声音、图像等各种形式的数据进行处理。

简单地说，计算机是一台机器，它可以根据一组指令或“程序”执行任务或进行计算。在 20 世纪 40 年代诞生的第一种完全电子化的计算机是需要许多人进行操作的巨型机器。与早期的那些机器相比，今天的计算机令人惊异，不仅速度快了成千上万倍，而且还可以放在桌子上、膝盖上，甚至口袋中。

从工作原理上说，计算机是一种能够按照事先存储的程序，自动、高速地对数据进行输入、处理、输出和存储的系统。一个完整的计算机系统包含硬件系统和软件系统两大部分。计算机系统的组成如图 1.2 所示。

计算机通过硬件与软件的交互进行工作。硬件系统通常是指一切看得见、摸得着的设备实体，包括机箱和其内部的一切。硬件是由电子的、磁性的、机械的器件组成的物理实体，包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等。

“软件”指的是告诉硬件进行何种操作的指令或程序，包括系统软件和应用软件。系统软件是为了对计算机进行管理、提高计算机的使用效率和方便用户使用的各种通用软件，一般由